

シールー体型セパレータの製造方法

発明の背景

発明の分野

本発明は、燃料電池用のセパレータ本体にシール部材が一体成形されてなるシールー体型セパレータの製造方法に関する。

背景技術

燃料電池には、固体高分子電解質膜とその両側のアノード側拡散電極及びカソード側拡散電極とで構成された電極膜構造体を、一对のセパレータで挟持して構成されたものがある。

この燃料電池では、アノード側拡散電極に対向配置されるアノード側セパレータの一面に燃料ガス（例えば、水素）の流路を設け、カソード側拡散電極に対向配置されるカソード側セパレータの一面に酸化剤ガス（例えば、酸素を含む空気）の流路を設け、隣接するセパレータ間に冷却媒体の流路を設けている。

そして、アノード側拡散電極の電極反応面に燃料ガスを供給すると、ここで水素がイオン化され、固体高分子電解質膜を介してカソード側拡散電極に移動する。この間に生じた電子は外部回路に取り出され、直流の電気エネルギーとして利用される。カソード側拡散電極においては酸化剤ガスが供給されているため、水素イオン、電子、及び酸素が反応して水が生成される。セパレータの電極反応面と反対側の面は、セパレータ間に流れる冷却媒体によって冷却される。

これら燃料ガス、酸化剤ガス、及び冷却媒体は、各々独立した流路に通す必要があるため、各流路間を仕切るシール技術が重要となる。

シール部位としては、例えば、燃料ガス、酸化剤ガス、及び冷却媒体を、燃料電池スタックの各燃料電池に分配供給するために貫通形成された連通孔の周囲、電極膜構造体の外周、セパレータの冷媒流路面外周、及びセパレータの表裏面の外周等があり、シール材料としては、有機ゴム等の柔らかく適度に反発力のある材料が採用される。

発明の要旨

ところで、前記電極膜構造体の外周は、図 1 7 に示すように、2 枚の同じ寸法の拡散電極 1 a, 1 b の間にこれら拡散電極 1 a, 1 b の外寸よりも大きな固体高分子電解質膜 2 を挟むことにより、拡散電極 1 a, 1 b から外側へはみ出した固体高分子電解質膜 2 のはみ出し部 2 a においてシールされる。

このようなシール構造においては、固体高分子電解質膜 2 の表裏に配設される 2 つのシール部材 3 a, 3 b が、固体高分子電解質膜 2 を挟んで互いに向き合う対称位置にないと、シール性が損なわれる。

例えば、図 1 8 に示すように、2 つのシール部材 3 a, 3 b が紙面横方向にずれて配設されていると、シール部材 3 a とシール部材 3 b とで固体高分子電解質膜 2 を挟持する面積（以下、「シール面積」という。）が減少してシール性が損なわれる。

また、図 1 9 に示すように、固体高分子電解質膜 2 の表裏に配設されるシール部材 3 a, 3 b を対称位置からずらして段差で配位した構造を採用した場合、固体高分子電解質膜 2 のはみ出し部 2 a において、内側と外側とでシール部材 3 a, 3 b が 2 層存在することになるので、はみ出し部 2 a が上下に引っ張られて余計なシワが入り、シワがヨレた状態で固体高分子電解質膜 2 が圧縮される。

このため、シワ部から漏れが生じ易くなる。

また、はみ出し部 2 a が上下に引っ張られた状態は、固体高分子電解質膜 2 の耐久性を低下させ、冷熱繰り返し下において、短期間での破損を招き得る。

以上説明したように、固体高分子電解質膜 2 に無理な歪みを与えないようにするためには、積層時にシール部材 3 a, 3 b を高精度に位置決めすることが重要であり、特に、シール幅が細くなればなるほど、要求される位置精度は厳しいものとなる。

この対策として、図 2 0 に示すように、一方のシール幅を他方のシール幅よりも広くし、ある程度の横方向の組付誤差を許容し得るようにしたシール構造も考えられる。

このシール構造によれば、シール面積の減少は防げるものの、幅の広いシール部材 3 c 側で圧縮応力が分散して面圧が低下するので、幅の広いシール部材 3 c

側のシール性の低下を招き、好ましくない。

また、燃料電池、あるいは燃料電池を複数組積層してなる燃料電池スタックを組み立てる際には、アノード側拡散電極とアノード側セパレータとの間、カソード側拡散電極とカソード側セパレータとの間、及び互いに隣接するアノード側及びカソード側セパレータ間のそれぞれにシール部材を介在させなければならないが、これらセパレータと別体をなすシート状のシール部材を組み付ける方法、あるいはセパレータにペースト状のシール材料を塗布する方法では、組付工数が多くなり、量産時のコスト上昇を招く。

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、シール部材の位置精度に優れると共に燃料電池組立時の工数削減に有効なシール一体型セパレータの製造方法を提供することにある。

上記課題を解決するために、本発明は、以下の製造方法を構成した。

本発明の第1態様は、電極反応面（例えば、実施の形態におけるカソード側拡散電極25及びアノード側拡散電極27の固体高分子電解質膜18に面する面）及び連通孔（例えば、実施の形態における入口側酸化剤ガス連通孔61a，出口側酸化剤ガス連通孔61b，入口側燃料ガス連通孔62a，出口側燃料ガス連通孔62b，入口側冷却媒体連通孔63a，出口側冷却媒体連通孔63b，）を有する燃料電池用セパレータ本体（例えば、実施の形態におけるプレス成形により作製されたカソード側のセパレータ本体）と、該セパレータ本体の両面に一体化されかつ電極反応面又は連通孔の外側を囲むように配設されるシール部材（例えば、実施の形態における第1～第6のシール部材41～45）と、を備えた燃料電池用シール一体型セパレータ（例えば、実施の形態におけるカソード側セパレータ14）の製造方法であって、セパレータ本体の一方の面に設けられるシール部材（例えば、実施の形態における第2，第4，及び第6のシール部材42，44）に対応した位置に凹溝（例えば、実施の形態における第2，第4，及び第6の凹溝92，94）を有する上型（例えば、実施の形態における上型81，91，110，120，130，140，150）と、セパレータ本体の他方の面に設けられるシール部材（例えば、実施の形態における第1，第3，及び第5のシール部材41，43，45）に対応した位置に凹溝（例えば、実施の形態における第

1, 第3, 及び第5の凹溝91, 93)を有する下型(例えば、実施の形態における下型82, 92, 111, 121, 131, 141, 151)と、を準備する段階と; これら上型と下型との間にセパレータ本体を挟持する段階と; 上型の凹溝と下型の凹溝とに、シール部材を形成する溶融シール材料を、上型及び下型のそれぞれに形成された別々のゲート(例えば、実施の形態におけるゲート85a, 85b)を通じて射出する段階と; を備えている。

このような製造方法によれば、シール部材がセパレータ本体の表裏両面に同時に一体成形されるので、シール一体型のセパレータを一工程で製造できる。

従って、セパレータ本体の表裏両面に該セパレータ本体とは別体のシール部材を配設したり、シール材料を塗布する場合と比較して、シール部材を高精度に位置決めできると共に、組付工数も大幅に低減する。

本発明の第2態様によれば、第1態様の製造方法において、上型及び下型のうち一方の型に形成されたゲートは、他方の型に形成されたゲートから分岐したランナー(例えば、実施の形態における84a, 84b)により両型の型合わせ面(例えば、実施の形態における型合わせ面200)を介して他方の型のゲートに連通している。

このような構成の型を用いた製造方法によれば、シングルインジェクションでセパレータ本体の表裏面に同時にシール部材を成形できるため、低コストで製造できる。

本発明の第3態様によれば、第2態様の製造方法において、セパレータ本体の外周と両型との間に形成された回り込み部(例えば、実施の形態における回り込み部132)を通じてシール材料が各型の凹溝に供給される。

このような製造方法によれば、各型の凹溝への射出圧を下げることで、シール部材の成形性が向上する。

本発明の第4態様によれば、第1態様の製造方法において、上記ゲートが、シール部材のシール面を形成しない凹溝の部位に接続されている。

このような構成の型を用いた製造方法によれば、シール部材のシール面を形成しない各型の凹溝の部位においてゲートから凹溝に溶融シール材料が供給されるため、シール部材のシール面には供給痕が残ることはなく、製品品質を高めるこ

とができる。

本発明の第5態様は、電極反応面（例えば、実施の形態におけるカソード側拡散電極25及びアノード側拡散電極27の固体高分子電解質膜18に面する面）を有する燃料電池用セパレータ本体（例えば、実施の形態におけるプレス成形により作製されたカソード側のセパレータ本体）と、該セパレータ本体の両面に一体化されかつ電極反応面の外側を二重に囲むように配設されるシール部材（例えば、実施の形態における第1～第4のシール部材41～44）と、を備えた燃料電池用シール一体型セパレータ（例えば、実施の形態におけるカソード側セパレータ14）の製造方法であって、セパレータ本体の一方の面に設けられるシール部材（例えば、実施の形態における第2及び第4のシール部材42，44）に対応した位置に凹溝（例えば、実施の形態における第2及び第4の凹溝92，94）を有する上型（例えば、実施の形態における上型81，91，110，120，130，140，150）と、セパレータ本体の他方の面に設けられるシール部材（例えば、実施の形態における第1及び第3のシール部材41，43）に対応した位置に凹溝（例えば、実施の形態における第1及び第3の凹溝91，93）を有する下型（例えば、実施の形態における下型82，92，111，121，131，141，151）と、を準備する段階と；上型と下型との間にセパレータ本体を挟持する段階と；上型の凹溝と前記下型の凹溝とに、シール部材を形成する溶融シール材料を、上型及び下型のそれぞれに形成されたゲートを通じて射出する段階と；を備えている。

このような製造方法によれば、電極反応面の外側を二重に囲むシール部材が互いに独立して機能し、電極反応面でのシール切れ等のない二重シール一体型のセパレータを一工程で容易に製造できる。

また、二重シール一体型のセパレータは、二重のシール部材を高精度に位置決めしなければならないため、その製造はより困難性を極めるが、上記構成の型を用いた製造方法によれば、製造が容易になる。

本発明の第6態様によれば、第5態様の製造方法において、上型及び下型のうち一方の型に形成されたゲートは、他方の型に形成されたゲートから分岐したランナーにより両型の型合わせ面を介して他方の型のゲートに連通している。

このような構成の型を用いた製造方法によれば、ゲートを少なくでき、かつ、各型に対して同様の条件でシール材料を供給することができるため、低コストで製造できる。

本発明の第 7 態様によれば、第 5 態様の製造方法において、両型には、二重に配置されたシール部材を連結する連結シール材層（例えば、実施の形態における連結シール材層 101，102）を形成するための連結部（例えば、実施の形態における連結部 95，96）が設けられている。

このような構成の型を用いた製造方法によれば、連結シール材層により連結された各シール部材のセパレータ本体に対する密着性が高められるため、脱型時におけるセパレータ本体との剥離防止性が向上する。また、射出された熔融シール材料の一部が連結シール材層を形成する連結部に供給されるため、熔融シール材料のはみ出し精度管理を緩めることができる。さらに、連結シール材層が絶縁層として機能して、短絡、及び結露短絡を有効に防止できる。

本発明の第 8 態様によれば、第 5 態様の製造方法において、上記凹溝に熔融シール材料のはみ出しを許容するはみ出し許容部（例えば、実施の形態におけるはみ出し許容部 97，98）が設けられている。

このような構成の型を用いた製造方法によれば、射出された熔融シール材料の一部が、はみ出し許容部に供給されるため、熔融シール材料のはみ出し精度管理を緩めることができる。

本発明の第 9 態様によれば、第 7 態様の製造方法において、上型及び下型のうち一方の型に形成されたゲートは、他方の型に形成されたゲートから分岐したランナーにより両型の型合わせ面を介して他方の型のゲートに連通している。

このような構成の型を用いた製造方法によれば、シングルインジェクションでセパレータ本体の表裏面に同時にシール部材を成形できるため、低コストで製造できる。

本発明の第 10 態様によれば、第 7 態様の製造方法において、セパレータ本体の外周と両型との間に形成された回り込み部を通じてシール材料が各型の凹溝に供給される。

このような製造方法によれば、各型の凹溝への射出圧を下げることもできるた

め、シール部材の成形性が向上する。

本発明の第 1 1 態様によれば、第 1 0 態様の製造方法において、上型及び下型のうち一方の型に形成されたゲートは、他方の型に形成されたゲートから分岐したランナーにより両型の型合わせ面を介して他方の型のゲートに連通している。

このような構成の型を用いた製造方法によれば、シングルインジェクションでセパレータ本体の表裏面に同時にシール部材を成形できるため、低コストで製造できる。

本発明の第 1 2 態様によれば、第 5 態様の製造方法において、両型には、二重に配置されたシール部材を連結する連結シール材層を形成するための連結部が設けられかつ、一方の型から型合わせ面を介して各型の凹溝に連通するスプルー（例えば、実施の形態におけるスプルー 8 3 a , 8 3 b）が設けられている。

このように構成された型を用いることにより、一方の型のスプルーから型合わせ面を介して凹溝に熔融シール材料が供給されるため、シール部材のシール面に余分な供給痕が残ることはなく製品品質を高めることができる。

本発明の第 1 3 態様によれば、第 1 2 態様の製造方法において、シール部材のシール面を形成しない各凹溝の部位（例えば、実施の形態における側部 9 1 a , 9 3 a , 9 2 a , 9 4 a）に各型のスプルーに連通するゲートが設けられている。

このような構成の型を用いた製造方法によれば、各型のスプルーからゲートを介して凹溝のシール面を形成しない部位にゲートから凹溝に熔融シール材料が供給されるため、シール部材のシール面には供給痕が残ることはなく、製品品質を高めることができる。また、上記型合わせ面を介して熔融シール材料を供給する場合に、前記凹溝に対応するスプルーからの熔融シール材料の供給を併用することで成形性を向上することができる。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明により製造されるシール一体型セパレータを備えてなる燃料電池の分解斜視図である。

図 2 は、図 1 の A 矢視図である。

図 3 は、図 1 の要部概略断面図である。

図 4 は、図 1 の燃料電池を 3 組積層してなる燃料電池スタックの要部概略断面図である。

図 5 は、本発明の第 1 実施形態の実施に使用する金型の第 1 構成例を示す断面図である。

図 6 は、本発明の第 1 実施形態の実施に使用する金型の第 2 構成例を示す断面図である。

図 7 は、本発明の第 1 実施形態の実施に使用する金型の第 3 構成例を示す断面図である。

図 8 は、本発明の第 1 実施形態の実施に使用する金型の第 3 構成例の他の態様を示す断面図である。

図 9 は、本発明の第 1 実施形態の実施に使用する金型の第 4 構成例を示す断面図である。

図 10 は、本発明の第 1 実施形態の実施に使用する金型の第 5 構成例を示す断面図である。

図 11 は、本発明の第 1 実施形態の実施に使用する金型の第 6 構成例を示す断面図である。

図 12 は、本発明の第 2 実施形態の実施に使用する金型の第 1 構成例であって、第 1 実施形態の図 5 に相当する断面図である。

図 13 は、本発明の第 2 実施形態の実施に使用する金型の第 1 構成例の他の態様であって、第 1 実施形態の図 8 に相当する断面図である。

図 14 は、本発明の第 2 実施形態の実施に使用する金型の第 2 構成例であって、第 1 実施形態の図 6 に相当する断面図である。

図 15 は、本発明の第 2 実施形態の実施に使用する金型の第 3 構成例であって、第 1 実施形態の図 10 に相当する断面図である。

図 16 は、本発明の第 2 実施形態の実施に使用する金型の第 4 構成例であって、第 1 実施形態の図 11 に相当する断面図である。

図 17 は、シール部材が固体高分子電解質膜を挟む対称位置に配置された燃料電池の一従来例を示す要部断面図である。

図 18 は、シール部材が固体高分子電解質膜を挟む対称位置から僅かに横ズレ

して配置された燃料電池の一従来例を示す要部断面図である。

図 19 は、シール部材が固体高分子電解質膜を挟んで内周側と外周側とに配置された燃料電池の一従来例を示す要部断面図である。

図 20 は、固体高分子電解質膜を挟んで配置されるシール部材の一方が他方よりも幅広に設定された燃料電池の一従来例を示す要部断面図である。

望ましい実施形態

以下、添付図面を参照しながら、本発明の実施の形態について説明する。

図 1 は本発明によって製造されるシール一体型セパレータを備えた燃料電池を示す分解斜視図であり、また、図 2 は図 1 に示すシール一体型セパレータ（カソード側セパレータ 14）の A 矢視図である。

図 1 中、シール部材の図示は省略している。

燃料電池 10 は、電極膜構造体 12 と、これを挟持するカソード側セパレータ 14 及びアノード側セパレータ 16 とを備えてなる。

そして、これら燃料電池 10 が複数組積層され、例えばボルト、ナット等の締付機構により一体化されることで、車両用の燃料電池スタックが構成される。

電極膜構造体 12 は、例えばペルフルオロスルホン酸ポリマーで構成された固体高分子電解質膜 18 と、この固体高分子電解質膜 18 を挟んで配設されるカソード電極 20 及びアノード電極 22 と、これらカソード電極 20 及びアノード電極 22 の固体高分子電解質膜 18 と反対側の面にそれぞれ配設されたカソード側ガス拡散層 24 及びアノード側ガス拡散層 26 とを備えて構成されている。

カソード電極 20 及びアノード電極 22 は例えば Pt を主体にして、また、カソード側ガス拡散層 24 及びアノード側ガス拡散層 26 は例えば多孔質カーボンクロス又は多孔質カーボンペーパーからなり、これらカソード電極 20 とカソード側ガス拡散層 24 とでカソード側拡散電極 25 が構成されると共に、アノード電極 22 とアノード側ガス拡散層 26 とでアノード側拡散電極 27 が構成されている。

そして、カソード側拡散電極 25 及びアノード側拡散電極 27 の固体高分子電解質膜 18 に面する面が電極反応面となる。

図 3 は燃料電池 10 の横断面図、図 4 は図 3 に示す燃料電池 10 を 3 組積層し

てなる燃料電池スタックの横断面図である。

図 3 に示すように、固体高分子電解質膜 18 は、これを挟んで配設されるカソード電極 20 とカソード側ガス拡散層 24 及びアノード電極 22 とアノード側ガス拡散層 26 の外周から僅かにはみ出すはみ出し部 18a を有する。

また、アノード電極 22 とアノード側ガス拡散層 26 は固体高分子電解質膜 18 よりも表面積が小さく、更にカソード電極 20 とカソード側ガス拡散層 24 はアノード電極 22 とアノード側ガス拡散層 26 よりも表面積が小さく形成されている。

カソード側及びアノード側の拡散電極 25, 27 にそれぞれ対向配置されるカソード側及びアノード側のセパレータ 14, 16 は、いずれも板厚 0.2 ～ 0.5 mm のステンレス製板材をプレス成形することにより、一定の高さを有する凹部 30, 31 が一定のピッチで多数形成されてなる波板部 32, 33 と、各波板部 32, 33 よりも外側に位置する端部において、シール部材 44 を介して互いに接触する平面部 34, 35 とを備えて構成されている。

以下、このプレス成形体をセパレータ本体という。

このカソード側セパレータ 14 については、セパレータ本体の波板部 32 において最も外側に位置する凹部 30a (以下、「最外周側凹部 30a」という。)の表裏面に第 1 及び第 2 のシール部材 41, 42 が対称位置に一体成形されていると共に、平面部 34 の表裏面にも第 3 及び第 4 のシール部材 43, 44 が対称位置に一体成形されてなる、シール一体型セパレータとして構成されている。

これら第 1 ～ 第 4 のシール部材 41 ～ 44, 及び後述する第 5 及び第 6 のシール部材 45 のセパレータ本体への一体成形方法については、後で詳述する。

一の燃料電池 10 内では、カソード側セパレータ 14 の最外周側凹部 30a の表面 (電極反応面側) と、固体高分子電解質膜 18 におけるはみ出し部 18a との間に第 1 のシール部材 41 が挟装されると共に、カソード側セパレータ 14 における平面部 34 の表面 (電極反応面側) と、アノード側セパレータ 16 における平面部 35 の表面 (電極反応面側) との間に第 3 のシール部材 43 が挟装される。

また、図 4 に示すように、隣接する燃料電池 10 間では、カソード側セパレー

タ 1 4 における最外周側凹部 3 0 a の裏面（電極反応面とは逆側の面）と、アノード側セパレータ 1 6 における平面部 3 5 の裏面（電極反応面とは逆側の面）との間に第 2 のシール部材 4 2 が挟装されると共に、カソード側セパレータ 1 4 における平面部 3 4 の裏面（電極反応面とは逆側の面）と、アノード側セパレータ 1 6 における平面部 3 5 の裏面（電極反応面とは逆側の面）との間に第 4 のシール部材 4 4 が挟装される。

そして、一の燃料電池 1 0 を構成するカソード側セパレータ 1 4 における凹部 3 0 の裏面と、他の燃料電池 1 0 を構成するアノード側セパレータ 1 6 における凹部 3 1 の裏面とを順次突き合わせると（図 4）、カソード側セパレータ 1 4 の波板部 3 2 における凹部 3 0 と、カソード側拡散電極 2 5 との間に形成される図示台形断面の空間が、酸素含有ガス又は空気である酸化剤ガスを流通させるための酸化剤ガス流路 5 1 になる。

また、アノード側セパレータ 1 6 の波板部 3 3 における凹部 3 1 と、アノード側拡散電極 2 7 との間に形成される図示台形断面の空間が、水素含有ガス等の燃料ガスを流通させるための燃料ガス流路 5 2 になる。

さらに、カソード側セパレータ 1 4 の波板部 3 2 の凹部 3 0 と、アノード側セパレータ 1 6 の波板部 3 3 の凹部 3 1 との間に形成される図示六角形断面の空間が、純水やエチレングリコールやオイル等の冷却媒体を流通させるための冷却媒体流路 5 3 になる。

以下、説明の便宜上、図 2 の左右方向を水平方向、上下方向を垂直方向と定義して説明する。

図 2 に示すように、カソード側セパレータ 1 4 は、その平面内であって外周縁部に位置する水平方向両端上部側に酸化剤ガスを通過させるための入口側酸化剤ガス連通孔 6 1 a と、燃料ガスを通過させるための入口側燃料ガス連通孔 6 2 a とを備えており、また、水平方向両端中央側には、冷却媒体を通過させるための入口側冷却媒体連通孔 6 3 a と、使用後の前記冷却媒体を通過させるための出口側冷却媒体連通孔 6 3 b とが設けられている。

さらに、カソード側セパレータ 1 4 には、その平面内であって外周縁部に位置する水平方向両端下部側に、酸化剤ガスを通過させるための出口側酸化剤ガス連

通孔 6 1 b と、燃料ガスを通過させるための出口側燃料ガス連通孔 6 2 b とが、入口側酸化剤ガス連通孔 6 1 a 及び入口側燃料ガス連通孔 6 2 a とそれぞれ対角位置となるように設けられている。

カソード側セパレータ 1 4 の表面には、第 1 のシール部材 4 1 が波板部 3 2 の外側を取り囲むように配設されている。

第 1 のシール部材 4 1 は、波板部 3 2 の水平方向右端及び左端よりもさらに外側に所定の隙間が形成されるように配設されており、これら隙間は、入口側酸化剤ガス連通孔 6 1 a からの酸化剤ガスを各酸化剤ガス流路 5 1 へ導くための酸化剤ガス導入部 7 1 a , 及び各酸化剤ガス流路 5 1 からの酸化剤ガスを出口側酸化剤ガス連通孔 6 1 b へ導くための酸化剤ガス導出部 7 1 b となっている。

また、第 3 のシール部材 4 3 は、第 1 のシール部材 4 1 , 入口側酸化剤ガス連通孔 6 1 a , 入口側燃料ガス連通孔 6 2 a , 出口側酸化剤ガス連通孔 6 1 b , 及び出口側燃料ガス連通孔 6 2 b の外側を取り囲むように配設されている。

なお、符号 4 5 は、入口側冷却媒体連通孔 6 3 a , 及び出口側冷却媒体連通孔 6 3 b の外側を取り囲むように配設された第 5 のシール部材である。

ここで、入口側酸化剤ガス連通孔 6 1 a と酸化剤ガス導入部 7 1 a との間、及び出口側酸化剤ガス連通孔 6 1 b と酸化剤ガス導出部 7 1 b との間に配設される第 1 及び第 2 のシール部材 4 1 , 4 3 は、これら連通孔 6 1 a , 6 1 b と導入部 7 1 a 又は導出部 7 1 b とを複数箇所にて連通させる連結流路 7 2 a , 7 2 b を形成すべく、断続的に配設されている。

なお、カソード側セパレータ 1 4 の裏面には、第 2 のシール部材 4 2 , 第 4 のシール部材 4 4 , 及び図示しない第 6 のシール部材が、表面に配設された第 1 のシール部材 4 1 , 第 3 のシール部材 4 3 , 及び第 5 のシール部材 4 5 とセパレータ本体を挟んで対称位置となるように配設されている。

すなわち、カソード側セパレータ 1 4 は、第 1 ～第 4 のシール部材 4 1 ～4 4 が電極反応面の外側を二重に囲むことにより、シール切れ等を有効に防止し得る二段シール構造になっている。

他方のアノード側セパレータ 1 6 にも、カソード側セパレータ 1 4 に形成された入口側酸化剤ガス連通孔 6 1 a , 入口側燃料ガス連通孔 6 2 a , 入口側冷却媒

体連通孔 6 3 a, 出口側酸化剤ガス連通孔 6 1 b, 出口側燃料ガス連通孔 6 2 b, 及び出口側冷却媒体連通孔 6 3 b に対応する位置に、これらと同様の連通孔 6 1 a, 6 2 a, 6 3 a, 6 1 b, 6 2 b, 6 3 b が形成されている。

この場合において、第 1 ～第 6 のシール部材 4 1 ～4 5 は配設されていない。

ただし、本発明は、このような実施の形態に限らず、アノード側セパレータ 1 6 に第 5 及び第 6 のシール部材 4 5 のみを配設した構成であってもよい。

また、カソード側拡散電極 2 5 とアノード側拡散電極 2 7 の大きさが上記実施の形態と逆の場合には、アノード側セパレータ 1 6 に第 1 ～第 6 のシール部材 4 1 ～4 5 を配設してもよい。

次に、図 5 を用いて、上記構成からなるカソード側セパレータ 1 4 の製造方法に用いられる射出成形用金型の第 1 構成例を説明する。

上型 8 1 及び下型 8 2 のキャビティ形成面の外周縁部 8 1 a, 8 2 a は、セパレータ本体の平面部 3 4 及び最外周側凹部 3 0 a をその表裏両面から密着状態に挟持し得る波形をなすと共に、セパレータ本体の表裏面に設けられる第 1 ～第 4 のシール部材 4 1 ～4 4 に対応する位置に第 1 ～第 4 の凹溝 9 1 ～9 4 が形成されると共に、第 5 及び第 6 のシール部材 4 5 に対応する位置に第 5 及び第 6 の凹溝（図示略）が形成されてなる。

他方、上型 8 1 及び下型 8 2 のキャビティ形成面の中央部には、カソード側セパレータ 1 4 の平面部 3 4 及び最外周側凹部 3 0 a を上型 8 1 及び下型 8 2 の前記外周縁部 8 1 a, 8 2 a にて挟持した際に、挟持したセパレータ本体の波板部 3 2 をその表面及び裏面のいずれに対しても所定のクリアランスを隔てて内包するような凹所 8 1 b, 8 2 b が形成されている。

そして、上型 8 1 及び下型 8 2 には、外部から供給される溶融シール材料を第 1 ～第 6 の凹溝 9 1 ～9 4 に導くためのスプルー 8 3 a, 8 3 b、ランナー 8 4 a, 8 4 b、及びゲート 8 5 a, 8 5 b が形成されている。

次に、図 5 の金型を用いたカソード側セパレータ 1 4 の製造方法を説明するが、ここでは、本発明の特徴部分である、プレス成形されてなるセパレータ本体に第 1 ～第 6 のシール部材 4 1 ～4 5 を一体成形する工程についてのみ説明する。

まず、下型 8 2 のキャビティ形成面の外周縁部 8 2 a にセパレータ本体の平面

部 3 4 及び最外周側凹部 3 0 a を載置し、上型 8 1 と下型 8 2 とを型閉めする。

これにより、上型 8 1 と下型 8 2 とでセパレータ本体を挟持すると共に、該セパレータ本体の平面部 3 4 及び最外周側凹部 3 0 a の表裏両面にキャビティ空間が形成される。

そして、熔融シール材料を上型 8 1 及び下型 8 2 のスプルー 8 3 a , 8 3 b から注入し、それぞれのランナー 8 4 a , 8 4 b 及びゲート 8 5 a , 8 5 b を介して第 1 ～第 6 の凹溝 9 1 ～9 4 へ射出する。

この時の射出成形条件は、例えば、以下の通りに設定する。

射出圧 (k g / c m²) : 8 0 ～1 2 0

型温 (℃) : 2 0 0℃

成形時間 (m i n) : 3

型締圧力 (t o n) : 3 5

シール材料 : 硬度 5 0° のシリコンゴム

そして、成形終了後に型開きすれば、セパレータ本体の平面部 3 4 及び最外周側凹部 3 0 a の表裏面に第 1 ～第 6 のシール部材 4 1 ～4 5 が一体化されてなるシール一体型のカソード側セパレータ 1 4 が得られる。

この製造方法によれば、射出成形によって第 1 ～第 6 のシール部材 4 1 ～4 5 をセパレータ本体の表裏両面に同時に一体成形するので、これらシール部材 4 1 ～4 5 をセパレータ本体を挟む対称位置に高精度に配設し得て、シール性の向上を図ることができる。

また、シール一体型のカソード側セパレータ 1 4 を一工程で製造できるので、燃料電池 1 0 の組立工数を削減できることはもとより、該燃料電池 1 0 を複数組積層してなる燃料電池スタックにおいてはその組立工数を大幅に削減し得て、量産時のコスト上昇を有効に回避することが可能になる。

また、燃料電池スタックを組み立てる際に、アノード側セパレータ 1 6 についてはシール部材が不要になると共に、カソード側セパレータ 1 4 についてはその全てのシール部材配置が統一されるので、射出成形用の金型が 1 種類だけで済むようになり、低コスト化を図ることができる。

次に、図 6 を用いて、カソード側セパレータ 1 4 の製造方法に用いられる射出

成形用金型の第2構成例について、図5との相違を中心に説明する。

図6中、図5と同一の構成要素については同一符号を付した。

この金型は、下型89にスプルー83bを形成しない代わりに、上型92のランナー83aと下型89のランナー84bとを連結するバイパス部86を形成したものである。

この構成においては、熔融シール材料を上型88のスプルー83aから注入すると、熔融シール材料の一部が上型88のランナー84aからゲート85aを介して第2、第4、及び第6の凹溝92、94に射出されると共に、上型88のランナー84aからバイパス部86に分流した熔融シール材料が型合わせ面200を経て下型89のランナー84b及びゲート85bを介して第1、第3、及び第5の凹溝91、93に射出される。

従って、この第2構成による金型を用いた場合においても、セパレータ本体の表裏面に第1～第6のシール部材41～45を同時に一体成形することができる。

また、射出圧を第1構成例の場合よりも高めに設定する必要があるものの、上型88からのみからのシングルインジェクションで済むため、成形コストの削減が可能である。

次に、図7を用いて、カソード側セパレータ14の製造方法に用いられる射出成形用金型の第3構成例について、図5との相違を中心に説明する。

図7中、図5と同一の構成要素については同一符号を付した。

この金型には、セパレータ本体の同一面側において、第1及び第3の凹溝91、93同士と、第2及び第4の凹溝92、94同士を連結するための連結部95、96が形成されている。

また、この金型には、第1及び第2の凹溝91、92よりもセパレータ中央側と、第3及び第4の凹溝93、94よりもセパレータ外周側に、これら第1～第4の凹溝91～94から熔融シール材料がはみ出ることを許容し、これにより、薄いはみ出しシール材層103～106を形成する、はみ出し許容部97～100も形成されている。

この構成において、熔融シール材料を上型110及び下型111のスプルー8

3 a, 8 3 bから注入すると、熔融シール材料がそれぞれのランナー8 4 a, 8 4 bからゲート8 5 a, 8 5 bを介して第1～第6の凹溝9 1～9 4に射出されると共に、これら凹溝9 1～9 4に射出された熔融シール材料の一部が、セパレータ本体の表面及び裏面側にそれぞれ形成された連結部9 5, 9 6及びはみ出し許容部9 7～1 0 0にも供給される。

これにより、セパレータ本体の表裏各同一面側における凹溝9 1～9 4同士、すなわち、第1の凹溝9 1と第3の凹溝9 3、及び第2の凹溝9 2と第4の凹溝9 4とが連結部9 5, 9 6を介して連結されるので、これら凹溝9 1～9 4からの熔融シール材料のはみ出し精度管理を緩めることができる。

また、連結シール材層1 0 1, 1 0 2によって、セパレータ本体に対する第1～第4のシール部材4 1～4 4の密着性が高められるので、脱型時におけるセパレータ本体と第1～第4のシール部材4 1～4 4との剥離防止性が向上する。

さらに、この連結シール材層1 0 1, 1 0 2が絶縁層にもなるので、燃料電池積層時における近接状態でのカソード側セパレータ1 4とアノード側セパレータ1 6との短絡、及び結露短絡を有効に防止できる。

次に、図8を用いて、カソード側セパレータ1 4の製造方法に用いられる射出成形用金型の第3構成例の他の態様について、図7との相違を中心に説明する。

なお、図8中、図6及び図7と同一の構成要素については同一符号を付した。

この金型は、上型1 5 0のスプルー8 3 aから上型1 5 0と下型1 5 1との型合わせ面2 0 0を介して、下型1 5 1の第1の凹溝9 1と第3の凹溝9 3、及び上型1 5 0の第2の凹溝9 2と第4の凹溝9 4とに熔融シール材料を供給するものである。また、下型1 5 1の第1の凹溝9 1と第3の凹溝9 3、及び上型1 5 0の第2の凹溝9 2と第4の凹溝9 4には、各々の側部9 1 a, 9 3 a, 9 2 a, 9 4 a、つまりシール部材のシール面を形成しない部位にゲート8 5 aが接続され、このゲート8 5 aが上型1 5 0と下型1 5 1のスプルー8 3 a, 8 3 bに接続されている。

この構成によれば、上型1 5 0のスプルー8 3 aから上型1 5 0と下型1 5 1との型合わせ面2 0 0を介して、下型1 5 1の第1の凹溝9 1と第3の凹溝9 3、及び上型1 5 0の第2の凹溝9 2と第4の凹溝9 4とに熔融シール材料を供給す

るため、前記凹溝 9 1、凹溝 9 3、凹溝 9 2、凹溝 9 4 に対応して成形された第 1 のシール部材 4 1、第 3 のシール部材 4 3、第 2 のシール部材 4 2、第 4 のシール部材 4 4 の各々の頂部（シール面） 4 1 a、4 3 a、4 2 a、4 4 a にはシール性に悪影響を与えるような供給痕が残らず製品品質を向上できる。つまり、成形によって発生するバリはシール性に影響を及ぼさない場所、前記側部 9 1 a、9 3 a、9 2 a、9 4 a などに生ずるのである。また、上記型合わせ面を介して熔融シール材料を供給する場合には、前記凹溝 9 1、凹溝 9 3、凹溝 9 2、凹溝 9 4 に対応する各スプルー 8 3 a、8 3 b からの熔融シール材料の供給を併用することで成形性を向上することができる。また、この型合わせ面 2 0 0 において生じた供給痕もシール性に何ら悪影響を与えるようなことがないため、製品品質を向上できる。

次に、図 9 を用いて、カソード側セパレータ 1 4 の製造方法に用いられる射出成形用金型の第 4 構成例について、図 7 との相違を中心に説明する。

なお、図 9 中、図 6 及び図 7 と同一の構成要素については同一符号を付した。

この金型は、下型 1 2 1 にスプルー 8 3 b を形成しない代わりに、上型 1 2 0 のランナー 8 4 a と下型 1 2 1 のランナー 8 4 b とを連結するバイパス部 8 6 が形成されたものである。

この構成によれば、熔融シール材料を上型 1 2 0 のスプルー 8 3 a から注入すると、熔融シール材料の一部が上型 1 2 0 のランナー 8 4 a からゲート 8 5 a を介して第 2、第 4、及び第 5 の凹溝 9 2、9 4 に射出されると共に連結部 9 6 及びはみ出し許容部 9 8、1 0 0 に供給され、かつ、上型 1 2 0 のランナー 8 4 a からバイパス部 8 6 に分流した熔融シール材料が下型 1 2 1 のランナー 8 4 b 及びゲート 8 5 c を介して第 1、第 3、及び第 5 の凹溝 9 1、9 3 に射出されると共に連結部 9 5 及びはみ出し許容部 9 7、9 9 に供給される。

従って、この第 4 構成例による金型を用いた場合には、第 2 構成例による金型を用いた場合の効果と、第 3 構成例による金型を用いた場合の効果を同時に得ることができる。

次に、図 1 0 を用いて、カソード側セパレータ 1 4 の製造方法に用いられる射出成形用金型の第 5 構成例について、図 7 との相違を中心に説明する。

なお、図 10 において、図 7 と同一の構成要素については同一符号を付した。

この金型は、下型 131 にスプルー 83b, ランナー 84b, 及びゲート 85b を形成しない代わりに、第 3 の凹溝 93 と第 4 の凹溝 94 とをセパレータ本体の外周端部を回り込んで相互に連結する回り込みシール材層 133 を形成するための回り込み部 132 を形成したものである。

この構成において、熔融シール材料を上型 130 のスプルー 83a から注入すると、熔融シール材料が上型 130 のランナー 84a からゲート 85a を介して第 2, 第 4, 及び第 6 の凹溝 92, 94 に射出されると共に、これら凹溝 92, 94 に射出された熔融シール材料の一部が、セパレータ本体の裏面側に形成された連結部 96, はみ出し許容部 98, 及び回り込み部 132 にも供給される。

さらに、第 4 の凹溝 94 に射出された熔融シール材料の一部は、セパレータ本体の外周端部よりも外側に形成された回り込み部 132 を介して表面側に回り込み、第 3 の凹溝 93, 連結部 95, 第 1 の凹溝 91, 及びはみ出し許容部 97 に供給される。

すなわち、セパレータ本体の表面への熔融シール材料の供給を、第 1 ～第 4 構成例のようにランナー 84b を介す代わりに、回り込み部 132 を介して行う。

この構成によれば、シングルインジェクションによる成形コストの削減に加え、連結部 95, 96 や回り込み部 132 のクリアランスが大きければ大きいほど、射出圧を下げるできるので、第 1 ～第 6 のシール部材 41 ～45 の成形性が向上する。

また、カソード側セパレータ 14 の外周端部も絶縁される。

次に、図 11 を用いて、カソード側セパレータ 14 の製造方法に用いられる出成形用金型の第 6 構成例について、図 10 との相違を中心に説明する。

図 11 中、図 6 及び図 10 と同一の構成要素については同一符号を付した。

この金型は、下型 141 にランナー 84b, 及びゲート 85b を有すると共に、上型 140 及び下型 141 のランナー 84a, 84b 同士を連結するバイパス部 86 が形成されたものである。

この構成において、熔融シール材料を上型 140 のスプルー 83a から注入すると、熔融シール材料の一部が上型 140 のランナー 84a からゲート 85a を

介して第2，第4，及び第6の凹溝92，94に射出されると共に、上型140のランナー84bからバイパス部86に分流した熔融シール材料が、下型141のランナー84b及びゲート85bを介して第1，第3，及び第5の凹溝91，93に射出される。

さらに、これら第2及び第4の凹溝92，94に射出された熔融シール材料と、第1及び第3の凹溝91，93に射出された熔融シール材料は、それぞれセパレータ本体の裏面側に形成された連結部96，はみ出し許容部94，及び回り込み部132と、表面側に形成された連結部95及びはみ出し許容部97，及び回り込み部132とに供給される。

この構成によれば、第5構成例の効果に加え、回り込みシール材層133、連結シール材層101，102、及びはみ出しシール材層103，104を高精度に成形できる。

なお、本発明は上記実施の形態に限られるものではなく、また、前述した各具体的数値は、一例であって、これに限られるものではない。

例えば、上記実施の形態では、第1及び第2のシール部材41，42と、第3及び第4のシール部材43，44とから構成される2段シール構造を有するシール一体型セパレータの製造方法について説明したが、第2の実施の形態である図12～図16に示すような1段シール構造とされたシール一体型セパレータの製造方法にも適用可能である。

なお、図12は、本発明の第2実施形態の実施に使用する金型の第1構成例であって、第1実施形態の図5に相当する断面図、図13は、図12に示す第2実施形態の実施に使用する金型の第1構成例の他の態様であって、第1実施形態の図8に相当する断面図、図14は、本発明の第2実施形態の実施に使用する金型の第2構成例であって、第1実施形態の図6に相当する断面図、図15は、本発明の第2実施形態の実施に使用する金型の第3構成例であって、第1実施形態の図9に相当する断面図、図16は、本発明の第2実施形態の実施に使用する金型の第4構成例であって、第1実施形態の図11に相当する断面図である。

これら図12～図16において、図5～図11と同一の構成要素には同一符号を付した。尚、図12においては、スプルー83a，83bがゲート85a，8

6 bでもあるため、対応箇所には双方の番号を付す。

また、上記実施の形態では、セパレータ本体をステンレス鋼から構成したが、その他の金属材料や炭素質材料から構成してもよい。

さらに、シール材料としては、加熱加硫又は硬化を要するエラストマー系（加硫ゴム，熱硬化型液状シール材料等）材料や、加熱を要しない熱可塑性エラストマー又は常温硬化型液状シール材料の採用が可能である。

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、以下の効果を得る。

（１）本発明の第１態様によれば、シール部材をセパレータ本体の表裏両面に同時に一体成形することにより、シール一体型のセパレータを一工程で製造できるようにしたので、燃料電池の組立時にセパレータ本体の表裏両面にこれとは別体をなすシール部材を積層させる場合やシール材料を塗布する場合に比して、シール部材を高精度に位置決めできると共に、組付工数も大幅に低減する。

これにより、シール性に優れた燃料電池を低コストにて量産できる。

（２）本発明の第２態様によれば、第１態様による効果に加え、シングルインジェクションでセパレータ本体の表裏面に同時にシール部材を成形できるため、低コストで製造できる。

（３）本発明の第３態様によれば、第２態様による効果に加え、各型の凹溝への射出圧を下げるができるため、シール部材の成形性が向上する。

（４）本発明の第４態様によれば、第１態様による効果に加え、各型のスプルーからゲートを介してシール部材のシール面を形成しない凹溝の部位にゲートから凹溝に熔融シール材料が供給されるため、シール部材のシール面には供給痕が残ることはなく、製品品質を高めることができる。

（５）本発明の第５態様によれば、電極反応面の外側を二重に囲むシール部材が互いに独立して機能し、電極反応面でのシール切れ等のない二重シール一体型のセパレータを一工程で容易に製造できる。

また、二重のシール部材を高精度に位置決めしなければならない二重シール一体型のセパレータの製造が容易になる。

（６）本発明の第６態様によれば、第５態様による効果に加え、ゲートを少なくでき、かつ、各型に対して同様の条件でシール材料を供給することができるた

め、低コストで製造できる。

(7) 本発明の第7態様によれば、第5態様による効果に加え、連結シール材層により連結された各シール部材のセパレータ本体に対する密着性が高められるため、脱型時におけるセパレータ本体との剥離防止性が向上する。また、射出された熔融シール材料の一部が連結シール材層を形成する連結部に供給されるため、熔融シール材料のはみ出し精度管理を緩めることができる。さらに、連結シール材層が絶縁層として機能して、短絡、及び結露短絡を有効に防止できる。

(8) 本発明の第8態様によれば、第5態様による効果に加え、射出された熔融シール材料の一部が、はみ出し許容部に供給されるため、熔融シール材料のはみ出し精度管理を緩めることができる。

(9) 本発明の第9態様によれば、第7態様による効果に加え、シングルインジェクションでセパレータ本体の表裏面に同時にシール部材を成形できるため、低コストで製造できる。

(10) 本発明の第10態様によれば、第7態様による効果に加え、各型の凹溝への射出圧を下げるため、シール部材の成形性が向上する。

(11) 本発明の第11態様によれば、第10態様による効果に加え、シングルインジェクションでセパレータ本体の表裏面に同時にシール部材を成形できるため、低コストで製造できる。

(12) 本発明の第12態様によれば、第7態様による効果に加え、一方の型のスプルーから型合わせ面を介して凹溝に熔融シール材料が供給されるため、シール部材のシール面に余分な供給痕が残ることはなく製品品質を高めることができる。

(13) 本発明の第13態様によれば、第12態様による効果に加え、各型のスプルーからゲートを介してシール部材のシール面を形成しない凹溝の部位にゲートから凹溝に熔融シール材料が供給されるため、シール部材のシール面には供給痕が残ることはなく、製品品質を高めることができる。また、上記型合わせ面を介して熔融シール材料を供給する場合に、前記凹溝に対応するスプルーからの熔融シール材料の供給を併用することで成形性を向上することができる。

特許請求の範囲

1. 電極反応面及び連通孔を有するセパレータ本体と、該セパレータ本体の両面に一体化されかつ前記電極反応面又は前記連通孔の外側を囲むように配設されるシール部材と、を備えた燃料電池用シール一体型セパレータの製造方法であって、

前記セパレータ本体の一方の面に設けられる前記シール部材に対応した位置に凹溝を有する上型と、前記セパレータ本体の他方の面に設けられる前記シール部材に対応した位置に凹溝を有する下型と、を準備する段階と；

前記上型と前記下型との間に前記セパレータ本体を挟持する段階と；

前記上型の凹溝と前記下型の凹溝とに、前記シール部材を形成する溶融シール材料を、前記上型及び下型のそれぞれに形成された別々のゲートを通じて射出する段階と；を備えている。

2. 請求項 1 に記載のセパレータの製造方法であって、前記上型及び下型のうち一方の型に形成されたゲートは、他方の型に形成されたゲートから分岐したランナーにより両型の型合わせ面を介して他方の型のゲートに連通している。

3. 請求項 2 に記載のセパレータの製造方法であって、前記溶融シール材料を射出する前記段階は、前記セパレータ本体の外周と前記両型との間に形成された回り込み部を通じて前記溶融シール材料を各型の凹溝に供給する工程を含む。

4. 請求項 1 に記載のセパレータの製造方法であって、前記ゲートは、前記シール部材のシール面を形成しない前記凹溝の部位に接続されている。

5. 電極反応面を有するセパレータ本体と、該セパレータ本体の両面に一体化されかつ前記電極反応面の外側を二重に囲むように配設されるシール部材と、を備えた燃料電池用シール一体型セパレータの製造方法であって、

前記セパレータ本体の一方の面に設けられる前記シール部材に対応した位置に凹溝を有する上型と、前記セパレータ本体の他方の面に設けられる前記シール部材に対応した位置に凹溝を有する下型と、を準備する段階と；

前記上型と前記下型との間に前記セパレータ本体を挟持する段階と；

前記上型の凹溝と前記下型の凹溝とに、前記シール部材を形成する溶融シール材料を、前記上型及び下型のそれぞれに形成されたゲートを通じて射出する段階と；を備えている。

6．請求項5に記載のセパレータの製造方法であって、前記上型及び下型のうち一方の型に形成されたゲートは、他方の型に形成されたゲートから分岐したランナーにより両型の型合わせ面を介して他方の型のゲートに連通している。

7．請求項5に記載のセパレータの製造方法であって、前記両型には、前記二重に配置されたシール部材を連結する連結シール材層を形成するための連結部が設けられている。

8．請求項5に記載のセパレータの製造方法であって、前記凹溝に溶融シール材料のはみ出しを許容するはみ出し許容部が設けられている。

9．請求項7に記載のセパレータの製造方法であって、前記上型及び下型のうち一方の型に形成されたゲートは、他方の型に形成されたゲートから分岐したランナーにより両型の型合わせ面を介して他方の型のゲートに連通している。

10．請求項7に記載のセパレータの製造方法であって、前記溶融シール材料を射出する段階は、前記セパレータ本体の外周と前記両型との間に形成された回り込み部を通じて前記溶融シール材料を各型の凹溝に供給する工程を含む。

11．請求項10に記載のセパレータの製造方法であって、前記上型及び下型のうち一方の型に形成されたゲートは、他方の型に形成されたゲートから分岐したランナーにより両型の型合わせ面を介して他方の型のゲートに連通している。

12．請求項5に記載のセパレータの製造方法であって、前記両型には、前記二

重に配置されたシール部材を連結する連結シール材層を形成するための連結部が設けられかつ、前記両型の一方から両型の型合わせ面を介して各型の凹溝に連通するスプルーが設けられている。

13. 請求項12に記載のセパレータの製造方法であって、前記シール部材のシール面を形成しない前記各凹溝の部位に各型のスプルーに連通するゲートが設けられている。

特許庁登録第1300460号

[illegible]

本発明は、シール部材の位置精度に優れると共に燃料電池組立時の工数削減に有効なシール一体型セパレータの製造方法を提供する。この製造方法では、例えばプレス成形してなるセパレータ本体を、その一方の面に設けられる第 2 及び第 4 のシール部材に対応した位置に凹溝を有する上型と、他方の面に設けられる第 1 及び第 3 のシール部材に対応した位置に凹溝を有する下型とで挟持する。この状態において、これら凹溝に溶融シール材料を射出成形し、セパレータ本体の表裏両面に第 1 ～第 4 のシール部材を一体化してなるシール一体型セパレータを製造する。